

引用格式: Li Yazhen, Guo Jianwen, Wu Adan. Application Feasibility Analysis of Block Chain Technology in Geo-spatial Data Sharing[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2020, 35(4): 759-766. [李亚珍, 郭建文, 吴阿丹. 区块链技术在地学数据共享中的应用可行性分析[J]. 遥感技术与应用, 2020, 35(4): 759-766.]
doi: 10.11873/j.issn.1004-0323.2020.4.0759

区块链技术在地学数据共享中的应用可行性分析

李亚珍^{1,2}, 郭建文^{1,3}, 吴阿丹^{1,2}

(1. 中国科学院西北生态环境资源研究院 黑河遥感试验研究站, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国科学院大学, 北京 100049;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏 南京 210023)

摘要: 地学数据共享是地学研究的重要内容, 也是挖掘地学数据、避免地学数据重复采集的重要途径, 是现代数据密集型科研范式下地学研究的重要基础, 因此, 如何打破地学数据“孤岛”、实现不同地学数据便捷获取、保障数据安全、提升和扩展地学数据贡献者权益保护是地学数据共享中急需解决的问题。区块链技术的兴起, 为地学数据价值外化途径扩充、提升数据安全和地学数据贡献者权益保护带来了新的可能。在系统梳理地学数据共享现状、存在问题、区块链基本原理、特点、底层架构以及应用现状的基础上, 探讨区块链技术在地学数据共享中的应用可行性以及应用场景, 阐述区块链技术在地学数据共享中的应用挑战, 以期在地学数据共享领域区块链相关研究与应用提供参考。

关键词: 区块链; 地学数据共享; 地学数据实体; 地学数据衍生数据

中图分类号: TP79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2020)04-0759-08

1 引言

地学数据是开展地学研究的基础, 科研人员通过对地学数据的分析、挖掘来解释地学现象及规律^[1], 因此, 实现地学数据共享具有至关重要的意义。然而面对科研人员对地学数据与日俱增的多样化需求, 目前的地学数据共享水平仍然具有很大的提升空间, 如地学数据价值外化途径不足、数据安全存在隐患、地学数据贡献者权益保障有待扩展与提升等, 制约了地学数据共享生态环境的可持续发展^[2]。

近年来, 随着比特币等数字货币的出现及日渐火热的应用, 区块链技术得以快速发展和应用, 并且在数据共享、数据安全、产品溯源、数字产权保护等方面体现出了极大的技术优势^[3]。区块链是一种分布式数据存储机制, 运用密码学、分布式共识机

制、时间戳等方法, 在去中心、去信任的分布式系统中实现高效安全的点对点交易以及交易记录的不可篡改性存储和交易溯源^[4]。区块链技术与地学数据共享的结合为解决目前地学数据共享的诸多限制问题提供了新的思路。进一步推动我国地学数据资源的共享与高效利用, 结合新兴技术, 消除“数据孤岛”、加强地学数据资产管理与知识产权保护, 是目前地学数据共享的重要研究课题。

2 地学数据共享现状与存在问题

2.1 地学数据共享现状

随着地学数据获取、传输、处理技术的迅猛发展, 各国政府与研究机构不断加大对地学数据建设及数据共享的关注, 地学数据的规模与共享水平发展迅速^[5]。自20世纪60年代年起, 世界各国与国际

收稿日期: 2019-09-02; 修订日期: 2020-06-08

基金项目: 国家重点研发计划项目“生态监测物联网关键技术研发”(2016YFC0500105)。

作者简介: 李亚珍(1994—), 女, 甘肃庆阳人, 硕士研究生, 主要从事地学数据共享应用研究。E-mail: liyazhen@lzb.ac.cn

通讯作者: 郭建文(1970—), 男, 甘肃酒泉人, 副研究员, 主要从事GIS及生态监测物联网应用研究。E-mail: guojw@lzb.ac.cn

组织相继实施了一系列地学数据共享计划与项目,如1957年国际科学理事会(International Council for Science, ICSU)成立世界数据中心^[6](World Data Center, WDC),2008改组后成为世界数据系统(World Data System, WDS),首次提出了科学数据开放共享的模式和具体活动方法,中国于1988年加入,成立了空间、冰川冻土、可再生资源与环境等9个学科中心;上世纪80年代美国国家航空航天局(NASA)建立地球观测系统数据及信息系统^[7](Earth Observing System Data and Information System, EOSDIS),涵盖地球和环境科学主题领域的全球变化主目录(Global Change Master Directory, GCMD),是世界上最大的公共元数据库之一。2001年欧洲委员会启动欧洲空间信息基础设施^[8](Infrastructure for Spatial Information in Europe, INSPIRE)建设,提出了空间信息共享的总体框架与一般规则,实现了成员国之间空间数据基础设施内容与机制的兼容,大幅提升了欧洲空间信息的共享水平;2005年多国联合成立地球观测组织^[9](Group on Earth Observations, GEO),是国际上地球观测领域最大的政府间合作组织,设计实现了一个综合、协调及可持续的全球综合地球观测系统,收集大气、海洋和陆地的各种观测信息,为决策者提供从原始观测数据到信息的服务支持。2009年中国开通“科技资源共享网”,形成了包含六大领域32类资源的科技条件平台资源体系,汇集了海量科技资源信息,实现了各类资源的有效集成和提高;2018年中国科学院启动A类战略性先导科技专项“地球大数据科学工程(CASEarth)”,突破一系列技术瓶颈问题,建成多学科融合且别具特色的地球大数据云服务平台,来支撑国家宏观决策和重大科学研究发现^[10-12]。

2.2 地学数据共享存在问题

在各国政府、组织等大力支持和推动下,地学数据共享取得了极大进展,为众多地学科研工作提供了数据支撑。然而,地学数据共享仍存在许多问题,主要包括地学数据价值外化途径不充足,大量地学数据源未能激活、数据安全存在隐患、地学数据贡献者的权益保障有待扩展和提升^[13-14]。

(1)地学数据价值外化途径不足,大量地学数据源未能被激活。目前,地学数据共享主要依赖于国家投资建设各类地学数据中心,用户通过各地学数据中心网站提交数据需求来获取数据的方式实

现。然而,调查表明,仍有大量地学数据依然存储于资料堆、档案库甚至流散于个人手中,不仅未发挥其应有的增值作用,且濒临丢失,使得大量地学数据被重复采集、重复投资^[15]。地学科研工作者主要通过与数据拥有者联合申请项目、签订协议、网络获取、各大地学数据中心平台获取、熟人索取和购买等方式来获取数据,但由于很多地学数据共享平台之间缺乏互操作^[16],个人之间消息沟通范围有限,使得各大数据平台、拥有地学数据的企业、个人逐渐形成新的数据“孤岛”,限制了地学数据价值外化。

(2)地学数据共享存在安全隐患。地学数据共享的安全性主要包括数据存储安全和数据流通安全。地学数据存储安全是指数据完整性、数据的备份以及恢复功能;数据流通安全是指数据在传输过程中是否具有保密保障以及数据在传输途中的安全^[17]。目前,地学数据共享平台主要是分片、分区域共享,各平台之间互不关联,单节点共享,各平台数据在各平台内部进行备份,一旦数据管理人员误改或被黑客攻击,将会对数据平台造成不可估量的损失,且恢复困难。

(3)地学数据贡献者权益保障有待扩展与提升。保护知识产权就是保护创新的源动力,近年来,随着科学数据共享的不断探索与发展,地学数据作者权益保护得到了极大提升,如引入DOI(Digital Object Unique Identifier,数字对象唯一标识符)系统,为地学数据资源进行DOI注册^[1];推动科学数据出版工作,激励数据生产者发布和共享数据等^[18]。但是目前地学数据贡献者权益保障仍然有待扩展与提升的空间,如提升数据版权信息的存储与维护,减少人力物力投入(当前数据中心、数据出版方为避免服务器故障导致的信息系统崩溃问题,大多采用单节点多备份)、未注册未出版数据的版权保护(目前仍有大量数据未能注册DOI或进行数据出版)、普通用户之间进行地学数据共享时共享过程的记录与存储等。

3 区块链与区块链应用现状

3.1 区块链简介

区块链技术最初服务于数字货币系统,是用于记录比特币交易账目历史的数据结构^[19],通过维护使用时间戳、密码学等方法产生的数据块的有序链式结构,来维持持续增长的、无法篡改的数据记录,

其突出特点是去中心化、不可篡改、可溯源性^[20]。

区块链按照参与者以及读写权限开放程度的不同,大致可分为公有链、联盟链和私有链^[21]。公有链为完全去中心化,各个节点都具有读取和写入数据权限;联盟链,又名共同体区块链,则是部分去中心化,节点由联盟内成员部署,读写权限由联盟节点控制;私有链本质上仍为中心化,参与节点只有有限的范围,数据的读取和写入由私有链所属组织控制。

3.2 区块链架构

区块链系统总体可分为5个层次,如图1所示,由下至上依次是数据层、网络层、共识层、智能合约层和应用层。数据层将数据打包成区块并维护成链式结构进行存储管理;网络层提供达成共识和数据传输的底层支持;共识层解决分布式一致问题并支持拜占庭容错;智能合约层将用户交易所需履行的合约编译成能够自动执行合约条款的计算机程序;应用层为用户提供可编程接口或用户界面^[22]。

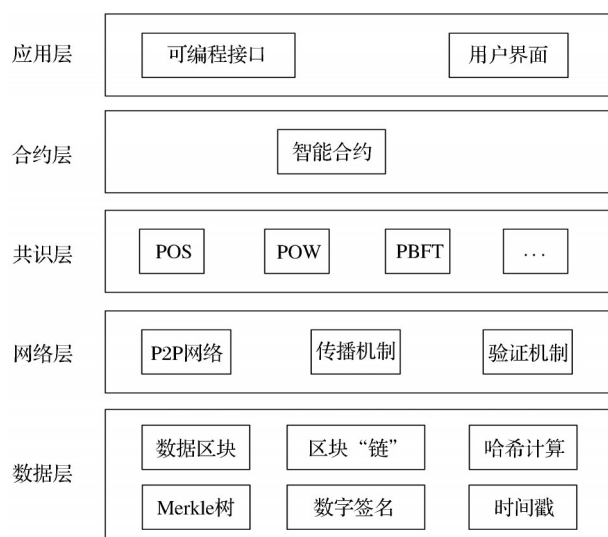


图1 区块链基础架构模型

Fig.1 A basic framework of blockchain

3.3 区块链应用现状

2008年,Satoshi Nakamoto发表《比特币:一种点对点的电子现金系统》白皮书,区块链问世^[4];2013年,Vitalik Buterin发表白皮书《以太坊:下一代智能合约和去中心化应用平台》,解决了比特币区块链扩展性不足,只能记录交易不能记录其他东西的问题^[23];自此,在各国政府、企业和学术组织的大力支持下,区块链技术相继与众多领域(金融、物联网、大数据、医疗和教育等)结合^[24-25],致力于数据溯源、数据共享和数据安全等方面问题的改善。

3.3.1 数据溯源

区块链通过提供完整流畅的信息流,不可篡改的签名认证机制,能够实现去中心化的精准追溯和充分信任,基于此特性京东针对产品溯源问题构建了一体化的智慧供应链系统^[26];IBM公司建立智能物联网,以最低成本实现追踪设备的使用历史、监控设备的使用状态,并利用智能合约协调处理设备之间的交流^[27];百度百科上链,利用区块链不可篡改性来保证百科历史版本准确保留,从而增强词条编撰的公信力,实现信息溯源^[28]。

3.3.2 数据共享

区块链作为分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等技术的集成应用,可以为数据交换与传递提供可靠保障,成为打破行业壁垒,实现各行业数据的互联互通、资源共享、业务协同的突破口。目前已有大量研究人员对此做出了探索与创新,如刘楠等^[29]基于其设计的大数据交换信息链搭建了在缺乏数据共享中介的情况下成员之间的通信框架。梁家庆等^[30]探讨了如何以区块链为基础打造智慧城市大数据基础平台;苏雄业^[31]设计并实现了基于区块链技术的大数据共享原型系统。

3.3.3 数据安全

区块链的可追溯特性和不可篡改性使得数据从采集、交易以及流通的每一步记录都留存在区块链上,使数据的质量获得前所未有的强信任背书,全面保障数据的存储安全和流通安全。美国旧金山霍伯顿大学将区块链用于教育数据存储,利用区块链完成学生有关学业证书的记录,通过多节点完全备份保障数据存储安全^[32];金泳等^[33]以政务大数据为例,结合区块链技术特点,提出了基于区块链技术的大数据安全共享需求模型以及保障方案^[33];杨霖霏^[34]通过研究当前数据共享模式所存在的问题,设计出基于区块链技术的数

3.3.4 地学领域探索项目

目前,区块链技术已在地图数据共享、水资源管理、空气污染指数测量、地籍数据管理与更新以及地质资源产权保护等领域有了初步的理论探索和应用研究。如智能地图生态公链GoWithMi利用一种全新的地图基础数据结构GeoMesh将地图基础数据切分为大量离散的、小数据尺寸的GeoMesh数据,同时基于托马斯·谢林的博弈共识理论把控地图数据质量,保证用户上传数据在经过中心化审核的前提下即可达到超过传统行业数据质量的

要求,实现了普通用户之间地图数据的共享^[35-36];菲律宾帕西格河修复委员会(PRRC)与科技初创公司CyPHERin合作,在河流和 underwater 安装物联网(The Internet of Things, IoT)设备采集数据,基于区块链技术实现河水中污染物的实时监测和溯源^[37];IBM公司将地下水使用数据记录在区块链平台上,对水资源的利用情况进行实时跟踪^[38];Yohan等^[39]基于区块链技术设计出一种适用于工业物联网应用的空气污染指数测量平台,通过IoT传感器实时收集空气污染物数据,利用区块链技术对其进行加密传输至云,确保空气污染数据的真实性和防篡改性;针对目前地籍数据多版本多权限操作的问题,Abdulvahit Torun设计实现了地籍数据管理和更新的分层区块链体系结构,以土耳其为案例,将土地注册和地籍管理组织作为权威和可信节点,土地所有者对土地边界变更、交易具有批准权,利用区块链记录地籍数据,跟踪地籍数据的更新,实现地籍数据的完整、正确和一致性存储^[40];姚昕等^[41]针对地矿产业信息化服务的现存问题,基于区块链技术提出解决地质资料服务领域的产权、交易及共享壁垒问题的架构;张梦迪等^[42]探讨了地质大数据产权保护中区块链技术的应用与优势;王亮等^[43]结合传统数据库的局限性,分析了区块链技术与地学大数据管理结合的可行性。

综上所述,区块链技术在地学领域的应用虽尚处于萌发阶段,但 these 在数据存储、数据共享、数据安全、数据版权等方面的应用探索经验均表明,在地学数据共享过程中引入区块链技术以解决某些共享问题具有良好的应用前景。

4 区块链技术在地学数据共享中的应用可行性分析

4.1 区块链在地学数据共享中的应用可行性分析

地学数据应用研究是国家大数据战略的组成部分,与地球科学面临的数据共享问题息息相关,因此,如何进一步提升地学数据共享水平是目前促进地学研究的关键一步。区块链采用全分布式存储,利用非对称密码学算法对数据进行加密,通过时间戳技术为待共享数据和共享过程增加时间维度,各节点保留相同且完整的待共享数据和共享过程记录,因此,较之于传统的中心化共享网络,区块链具有非常好的可溯源性和非常高的防篡改性,并能够避免单一节点故障导致整个共享网络瘫痪的

问题。由此可见,引入区块链技术,是推动当前地学数据共享发展的新机遇。为扩充地学数据价值外化途径,激活更多地学数据参与共享,提升数据安全保障,以技术手段维护地学数据贡献者权益,将区块链技术与地学数据共享结合,目前主要有两种模式:一种是区块链+地学数据实体的共享模式;一种是区块链+地学数据衍生数据(如地学数据元数据、地学数据共享操作记录和地学数据版权信息等数据)的共享模式。

4.1.1 区块链+地学数据实体

与其他领域的待共享数据相比,地学数据具有时间性、空间性、海量性和多源异构等特点^[44],且具有专业特殊性,如高分辨率的遥感数据、大比例尺地形图数据等具有非常高的涉密级别。

区块链+地学数据实体的共享模式,能够大幅提升地学数据实体的存储安全和流通安全,为地学数据贡献者提供跨数据中心的溯源机制,将用户需遵守的地学数据共享的法规条例和数据的访问权限以代码形式表述,使地学数据共享能够完全自动执行,无法从外界干预,降低地学数据共享过程中人力资源投入。

但是,区块链上数据公开透明,各节点能够自由访问链上数据,对于数据的确认具有延迟性,当待共享数据为较大地学数据(如遥感影像数据)时,过长的数据传输时间、加密时间以及节点间共识时间势必会严重降低区块链系统的处理性能,并且各节点完全备份数据实体对于存储资源的需求将是巨大的挑战。同时,如何保证“涉密数据不上网,上网数据不涉密”是两者结合的难点,区块链存储的公开透明性可能对地学数据共享造成极大的风险,甚至危害国家利益。虽然目前已有区块链应用融合了数据切片、加密、去重和恢复等技术,可将较大、敏感性数据切片、加密、去重后存储^[45],但由于地学数据与普通数据的差异性,在数据恢复过程中,如何保证地学数据的完整性将面临严峻考验。

4.1.2 区块链+地学数据衍生数据

地学数据衍生数据主要包含地学数据元数据、地学数据共享过程记录等数据,与地学数据实体相比,地学数据衍生数据存储量较小,结构相对简单,基于区块链进行共享时耗费时间、存储成本较少。

区块链+地学数据衍生数据的共享模式能够通过去中心化的设计、点对点的对等网络为不同参与角色(如科研人员、科研机构、国家政府机构、学

术出版机构、领域/学科数据中心等)之间的数据共享提供媒介^[46],消融数据共享壁垒,使用交叉验证机制和去中心化验证机制对用户的点滴贡献确权并以此建立激励机制,促进更多的地学数据拥有者参与共享,减少数据重复投资、提高数据使用效率。并可对地学数据进行版权注册和认证,确定并记录地学数据作者、操作记录和流通过程,为用户提供经过区块链上成员共识认可的地学数据共享操作记录和数据转载路线,让地学数据作者能够实时了解地学数据的共享访问情况,实现对地学数据共享过程的溯源。为每一个特定时间点的存在提供证明,无论是版权注册的时间点,还是每一次数据交易的时间点。同时,当地学数据真实作者的权益受到侵害时,能够及时追溯数据的恶意传播源头。

综上所述,区块链技术+地学数据实体结合的共享模式虽然具有不少优势,但可行性面临诸多局限,与之相比,区块链+地学数据衍生数据的共享模式是目前技术条件下可行性更好的模式。

4.2 应用场景探讨

区块链与地学数据共享的融合需根据应用场景的不同,以及区块链的优缺点选择不同的区块链应用模式。基于对当前技术条件下区块链与地学数据共享领域的特点及需求情况分析,对可能的应用场景进行如下的初步探讨。

4.2.1 基于区块链技术实现研究者个人之间的地学数据共享

个人之间的地学数据共享往往由于缺乏可靠的共享中介而受到抑制。可采用以下基于区块链技术途径为实现个人之间的地学数据共享提供解决方案:基于区块链构建地学数据共享公有链平台,搭建个人之间的数据流通渠道,将数据共享的参与者划分为数据提供者、数据需求者以及利益驱动者。数据提供者将所拥有地学数据的描述信息、作者信息、位置信息以及获取方式等提交至区块链,通过合适的激励机制促使利益驱动者对数据提供者所提交的数据进行打包、验证并存储,数据需求者通过区块链平台查询所需数据的信息以及获取途径。

4.2.2 基于区块链技术实现地学数据中心之间的元数据共享

地学数据中心之间的元数据共享能够使得地学数据中心尽快发现地学数据在某些领域的缺失和不足。可采取的方案为:基于区块链技术构建地

学数据中心之间的元数据共享联盟链,将地学数据的元数据进行链上存储,基于区块链的共识机制保证各地学数据中心所存储地学数据元数据的一致性,实现地学数据中心之间的元数据共享。

4.2.3 基于区块链技术实现地学数据溯源

利用区块链技术记录地学数据中心认证的数据版权信息和地学数据共享操作记录,能够让数据贡献者更好地把控数据的流向以及数据的共享状态。可采取的方案为:联合各地学数据中心建立地学数据共享联盟链,将各数据中心数据库中存储的数据共享操作日志信息以及数据的版权信息利用区块链进行存储,为用户提供经联盟成员认证的具有极高可信度的数据共享使用记录。

随着未来相关应用研究的不断深入,相信会在地学数据共享领域中发展出更多更好的区块链应用模式。

4.3 区块链技术在地学数据共享中的应用挑战

虽然区块链技术在地学数据共享中具有广阔的应用前景,但作为近年来的新兴技术,区块链与地学数据共享结合仍面临各种挑战。

(1)面对区块链技术带来的技术变革,如何做好不同领域地学数据衍生数据分类、设计地学数据衍生数据的存储模式,是区块链技术与地学数据共享结合的难点。

(2)目前区块链技术尚处于发展阶段,在很多领域的应用仍未得到充分验证,其性能、运营维护成本、功能完备性等许多方面还有待完善。目前开源的区块链系统高并发能力普遍不高,其中,共识算法和账本结构是制约其性能的重要方面,所有的交易都只能被按顺序处理,因此,区块链高并发交易性能有待持续优化和提升。在数据存储能力方面,由于区块链上的数据只能追加而不能移除,数据只增不减,随着时间推移,区块链系统对数据存储大小的需要也在持续增长,更为有效的数据存储方式有待探索。

因此,拟通过区块链技术与地学数据共享结合以促进地学数据开放局面的应用尝试,需要综合考虑区块链技术的特点、局限性,以及地学领域的待共享数据特点,积极挖掘区块链技术在地学数据共享中的可应用场景,准确把握地学数据共享目前的应用需求,加大对区块链技术的研究与探索,寻求区块链技术与地学数据共享的最佳结合点。

5 结 语

当前地学数据共享应用中仍存在问题,如地学数据价值外化途径不充足,大量地学数据源未能激活、数据安全存在隐患、地学数据贡献者的权益保障有待扩展和提升等。在地学数据共享应用中引入区块链技术,能够为个人之间的地学数据共享提供可靠中介,扩充地学数据价值外化途径,追踪地学数据的共享过程,对数据的元数据、版权信息、共享过程记录等进行不可篡改存储,并通过去中心化、多节点完整备份数据避免单节点故障导致系统崩溃的问题,减少单节点人力和物力投入。

区块链去中心化、不可篡改、可溯源、透明的技术特点,使得其可以被应用在众多领域,但同样也因其自身特性所限,其交易并发能力、数据存储能力、功能完备性等方面还有待提升和完善,这也使其在诸多应用方面受到限制,尤其是在地学数据共享应用领域。

在当前技术条件下,地学数据实体因海量、多源异构等特点,难以直接存储在区块链上,因而实体数据与区块链相结合的应用模式可行性很差;而区块链与地学数据衍生数据的结合则具有很好的应用前景,例如基于区块链技术实现研究者个人之间的地学数据共享、地学数据中心之间的元数据共享、地学数据溯源等等。

综上所述,目前区块链技术尚有很大的发展空间,需要根据具体的应用目的,找到区块链技术与地学数据共享的契合点,综合考虑区块链的技术优势与应用局限性,对症下药,选择合适的区块链技术架构,才能更好地实现技术与应用的融合,发挥出区块链技术的特长,从而推动地学数据共享应用水平的提升。

参考文献(References):

- [1] Wu Lizong, Wang Liangxu, Nan Zhuotong, *et al.* Scientific Data Publication: An Review and Framework [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2013, 28(3): 383-390.[吴立宗,王亮绪,南卓铜,等.科学数据出版现状及其体系框架[J].遥感技术与应用,2013,28(3):383-390.]
- [2] Scientific Data Sharing Research Group. Overall Framework of Scientific Data Sharing Project [J]. China Basic Science, 2003(1): 65-70.[科学数据共享调研组.科学数据共享工程的总体框架[J].中国基础科学,2003(1):65-70.]
- [3] Kremenova I, Gajdos M. Decentralized Networks: The Future Internet [J]. Mobile Networks and Applications, 2019, 24(6). doi: 10.1007/s11036-018-01211-5, 2019.
- [4] Nakamoto S. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" White Paper [J/OL]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, doi: <http://dx.doi.org/>, 2008.
- [5] Sun Kai, Jia Ping, Li Weirong, *et al.* Scientific Data Integration Method based on Geodata Ontology [J]. China Science and Technology Resources Review, 2017, 49(6): 45-52.[孙凯,贾萍,李威蓉,等.地学数据本体支持下的科学数据集集成方法[J].中国科技资源导刊,2017,49(6):45-52.]
- [6] Wang Juanle, Sun Jiulin. Review, Reform and Prospect Analysis of World Data Center [J]. Advances in Earth Science, 2009, 24(6): 612-620.[王卷乐,孙九林.世界数据中心(WDC)回顾、变革与展望[J].地球科学进展,2009,24(6):612-620.]
- [7] Esfandiari M, Ramapriyan H, Behnke J, *et al.* Earth Observing System (EOS) Data and Information System (EOS-DIS) — Evolution Update and Future [C]//IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium. IEEE, 2007. doi: 0.1109/IGARSS.2007.4423727, 2007.
- [8] Liu Rongmei, Miu Jinli, Zhao Linlin. The Enlightenment of Infrastructure for Spatial Information in the European Community (IN-SPIRE) on Chinese Geological Informatization [J]. Geological Bulletin of China, 2015, 34(8): 1562-1569.[刘荣梅,缪谨励,赵林林.欧盟空间信息基础设施建设(IN-SPIRE):兼议对中国地学信息化的启示[J].地质通报,2015,34(8):1562-1569.]
- [9] Bai Y Q, Di L P. Review of Geospatial Data Systems' Support of Global Change Studies [J]. British Journal of Environment & Climate Change, 2012, 2(4): 421-436. doi: 10.9734/BJECC/2012/2726, 2012.
- [10] Gui Wenzhuang. Welcoming the New Stage of the Development of Scientific Databases: Review and Consideration of the Development of Scientific Databases of the Chinese Academy of Sciences in the Past 20 Years [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2007, 22(1): 83-85, 87.[桂文庄.迎接科学数据库发展的新阶段——中国科学院科学数据库发展20年的回顾与思考[J].中国科学院院刊,2007,22(1):83-85,87.]
- [11] Ministry of Science and Technology. China Science and Technology Resources Sharing Network Opened in Beijing [J]. China Science & Technology Resources Review, 2009, 41(5): 78.[科技部.中国科技资源共享网在京开通[J].中国科技资源导刊,2009,41(5):78.]
- [12] Zhu Yunqiang, Sun Jiulin, Wang Juanle, *et al.* Geographical Science in China [J]. Land and Resources Informatization, 2015(1): 3-9.[诸云强,孙九林,王卷乐,等.论地球数据科学与共享[J].国土资源信息化,2015(1):3-9.]
- [13] Hey T, Tansley S, Tolle K. The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery [J]. Proceedings of the IEEE, 2009, 99(8): 1334-1337. doi: 10.1109/JPROC. 2011. 215513, 2011.
- [14] Zhu Yunqiang, Pan Peng, Shi Lei, *et al.* Progress and Challenges of Large Scientific Data Integration and Sharing [J]. China Science & Technology Resources Review, 2017, 49(5): 2-11.[诸云强,潘鹏,石蕾,等.科学大数据集成共享

- 进展及面临的挑战[J]. 中国科技资源导刊, 2017, 49(5): 2-11.]
- [15] Lu Peng, Miao Liangtian, Li Zhixiong, *et al.* Investigation and Analysis of the Present Situation of Scientific Data Sharing in China[J]. Earthquake Science, 2007(3): 125-130.[路鹏, 苗良田, 李志雄, 等. 我国科学数据共享现状的调查与分析[J]. 地震, 2007(3): 125-130.]
- [16] Zhu Yunqiang, Song Jia, Pan Peng, *et al.* Research for Sharing Development Status, Problems and Solution of Geo-Data [J]. China Science & Technology Resources Review, 2016, 46(4): 55-63.[诸云强, 宋佳, 潘鹏. 地学数据共享发展现状、问题、对策研究[J]. 中国科技资源导刊, 2016, 46(4): 55-63.]
- [17] Chen Changsong, He Jianbang. Technological and Standard Issues in the Geographic Information Sharing: A General Comment and the Requirement[J]. Remote Sensing Technology and Application, 1998, 13(2): 38-44.[陈常松, 何建邦. 地理信息共享中标准与技术问题的一般性评论及其需求[J]. 遥感技术与应用, 1998, 13(2): 38-44.]
- [18] Li Hongxing, Wu Lizong, Nan Zhuotong, *et al.* Collaborative Publishing of Scientific Data: Model and Implementation [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2016, 31(4): 801-808.[李红星, 吴立宗, 南卓铜, 等. 科学数据联合出版模式与内容研究[J]. 遥感技术与应用, 2016, 31(4): 801-808.]
- [19] Xu Mingxing. Blockchain Description[M]. Beijing: China Citic Press, 2017.[徐明星. 图说区块链[M]. 北京: 中信出版社, 2017.]
- [20] Yang Baohua. Block Chain Principle, Design and Application [M]. Beijing: China Machine Press, 2018.[杨保华. 区块链原理、设计与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.]
- [21] Jiang Yong. Vernacular Blockchain [M]. Beijing: China Machine Press, 2017.[蒋勇. 白话区块链[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.]
- [22] Chang Tan. Block Chain: From Digital Money to Credit Society [M]. Beijing: China Citic Press, 2016.[长铗. 区块链: 从数字货币到信用社会[M]. 北京: 中信出版社, 2016.]
- [23] Buterin V. A Next Generation Intelligent Contract and Decentralized Application Platform [EB/OL]. <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>. Jan 2014, Nov 2019.
- [24] Zhang Liang, Liu Baixiang, Zhang Ruyi. *et al.* Overview of Block Chain Technology [J]. Computer Engineering, 2019, 45(5): 1-12.[张亮, 刘百祥, 张如意, 等. 区块链技术综述[J]. 计算机工程, 2019, 45(5): 1-12.]
- [25] Ministry of Industry and Information Technology Information Center. White Paper on China's Block Chain Industry in 2018 [R/OL]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146445/c6180238/part/6180297.pdf>, [May 2018, Sept. 2019. [工业和信息化部信息中心. 2018年中国区块链产业白皮书[R/OL]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146402/n1146445/c6180238/part/6180297.pdf>, 2018-05-20, 2019-09-01.]
- [26] Jingdong Group. Beijing East Block Chain Technology White Paper[R/OL]. <https://www.idcbest.com/idcnews/11001801.html>, [Apr. 2018, Sept. 2019. [京东集团. 京东区块链技术白皮书[R/OL]. <https://www.idcbest.com/idcnews/11001801.html>, 2018-03-22, 2019-09-01.]
- [27] Brody P, Pureswaran V. Device Democracy: Saving the Future of the Internet of Things[R/OL]. <https://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/gb/en/gbe03620usen/GBE03620USEN.PDF>. Sept. 2014, Aug. 2019.
- [28] Baidu. Baidu Blockchain White Paper [R/OL]. https://pan.baidu.com/s/1fG_T9Oezg7PdXQE4S3AeeQ, Sept. 2018, Aug. 2019. [百度搜索公司, 百度区块链实验室, 百度营销研究院. 百度区块链白皮书[R/OL]. 百度搜索公司, https://pan.baidu.com/s/1fG_T9Oezg7PdXQE4S3AeeQ, 2018-09-26, 2019-8-29.]
- [29] Liu Nan, Wei Jinwu, Liu Lu. Big Data Exchange based on Information Chain [J]. Telecommunications Science, 2016, 32(10): 130-136.[刘楠, 魏进武, 刘露. 大数据交换信息链[J]. 电信科学, 2016, 32(10): 130-136.]
- [30] Liang Jiaqing, Liu Lianqiang, Tian Yuan, *et al.* Build a Big Data base Platform for Smart City based on Block Chain [J]. Computer Products and Circulation, 2018(3): 136-137.[梁佳庆, 刘联强, 田园, 等. 以区块链为基础打造智慧城市大数据基础平台[J]. 计算机产品与流通, 2018(3): 136-137.]
- [31] Su Xiongye. Research and Implementation of Large Data Sharing Model and Key Mechanisms based on Block Chain [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2018.[苏雄业. 基于区块链的大数据共享模型与关键机制研究与实现[D]. 北京: 北京工业大学, 2018.]
- [32] Wu Wei. Block Chain Practice [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2018.[吴为. 区块链实战[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018.]
- [33] Jin Yong, Xu Xuesong, Wang Gang, *et al.* Block Chain-based Security Sharing of Big Data in E-Government [J]. Information Security Research, 2018, 4(11): 1029-1033.[金泳, 徐雪松, 王刚, 等. 基于区块链的电子政务大数据安全共享研究[J]. 信息安全研究, 2018, 4(11): 1029-1033.]
- [34] Yang Linfei. Research on Data Management and Control Mechanism in Data Sharing Scenarios [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2019.[杨霖霁. 数据共享场景中数据管控机制研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.]
- [35] Li Dong. Mapping the World based on Block Chain [R/OL]. <https://www.jinse.com/bitcoin/258536.html>, Oct. 2018, Aug. 2019.[李东. 基于区块链绘图全世界[R/OL], <https://www.jinse.com/bitcoin/258536.html>, 2018-10-18, 2019-08-27.]
- [36] GoWithMi Group. GoWithMi White Paper [R/OL]. <http://image.gowithmi.com/cn/whitepaper.pdf>, Aug. 2019.
- [37] Groundwater Environment Network. Philippines Uses Blockchain Technology to Save Polluted Rivers [EB/OL]. http://www.sohu.com/a/294627839_727409, Aug. 2018, Aug. 2019. [地下水环境网. 菲律宾利用区块链技术拯救污染河流 [EB/OL]. http://www.sohu.com/a/294627839_727409, 2018-08-08, 2019-08-29.]
- [38] Khatri Y. IBM Blockchain Assists Groundwater Pilot in

- Drought-prone California [EB/OL]. <https://www.coindesk.com/ibm-blockchain-assists-groundwater-pilot-in-drought-prone-california>, Feb. 2019, Aug. 2019.
- [39] Yohan H, Byungjun P, Jongpil J. A Novel Architecture of Air Pollution Measurement Platform Using 5G and Blockchain for Industrial IoT Applications [J]. *Procedia Computer Science*, 2019, 155. doi:10.1016/j.procs.2019.08.105, 2019.
- [40] Torun A. Hierarchical Blockchain Architecture for a Relaxed Hegemony on Cadastre Data Management and Update: A Case Study for Turkey [C]//Uctea International Geographical Information Systems Congress 2017, Adana, Turkey, 2017.
- [41] Yao Xin. Application of Block Chain Technology in Geological and Mineral Industry Informatization [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2019. [姚昕. 区块链技术在地矿产业信息化中的应用研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.]
- [42] Zhang Mengdi, Gao Zhenji. A Discussion of Blockchain Application in the Intellectual Property Protection of Geological Big Data [J]. *China Mining Magazine*, 2019, 28(11): 9-14. [张梦迪, 高振记. 区块链技术在地质大数据知识产权保护中的应用探讨 [J]. *中国矿业*, 2019, 28(11): 9-14.]
- [43] Wang Liang, He Langyue, Niu Jinghua. Data Management of University of Geosciences based on Block Chain [J]. *National Defense Science and Technology*, 2018, 39(2): 65-73. [王亮, 贺朗月, 牛敬华. 基于区块链的地质学大数据管理 [J]. *国防科技*, 2018, 39(2): 65-73.]
- [44] Liao Shunbao, Sun Jiulin, Li Zehui, *et al.* Development, Release and Sharing of Geoscience Data Products [J]. *Advances in Earth Science*. 2005, 20(2): 166-172. [廖顺宝, 孙九林, 李泽辉, 等. 地质数据产品的开发、发布与共享 [J]. *地球科学进展*, 2005, 20(2): 166-172.]
- [45] YottaChain Foundation. White Paper of YottaChain: Redefining Block Chain Storage [R/OL]. <https://max.book118.com/html/2018/1115/7054001052001160.shtm>, Oct. 2018, Aug. 2019. [YottaChain 基金会. YottaChain 白皮书: 重定义区块链存储 [R/OL]. <https://max.book118.com/html/2018/1115/7054001052001160.shtm>, 2018-10-05, 2019-08-29.]
- [46] Hao Shibo, Xu Wenzhe, Tang Zhengyun. Block Chain Model of Scientific Data Sharing and Its Realization Mechanism [J]. *Information Studies: Theory & Application*, 2018, 41(11): 57-62. [郝世博, 徐文哲, 唐正韵. 科学数据共享区块链模型及实现机理研究 [J]. *情报理论与实践*, 2018, 41(11): 57-62.]

Application Feasibility Analysis of Block Chain Technology in Geospatial Data Sharing

Li Yazhen^{1,2}, Guo Jianwen^{1,3}, Wu Adan^{1,2}

(1. *Heihe Remote Sensing Experimental Research Station, Key Laboratory of Remote Sensing of Gansu Province, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China;*

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China)

Abstract: Geospatial data sharing as a significant component of geoscience research. It is also an important means to exploit geoscience data and avoid repeated collection of geospatial data. It is an essential foundation for modern data-intensive geoscience research. Therefore, how to break the geospatial data “island” and realize different geoscience data portable access, secure data security, and promote geospatial data author copyright are urgent problems in geospatial data sharing. The rise of blockchain technology has brought new possibilities for the expansion of the value of geospatial data, the enhancement of data security and the improvement of the protection of the rights of stakeholders in geospatial data. Based on the systematic review of the status quo of data sharing, existing problems, basic principles of blockchain, underlying architecture, characteristics and application status, this paper discusses the application feasibility of blockchain technology in geospatial data sharing, and expounds the application challenges of blockchain technology in geospatial data sharing, in order to provide reference for the research and application of blockchain in geospatial data sharing.

Key words: Block chain; Geospatial data sharing; Geospatial data; Derived data of Geospatial data